



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE  
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

# METODY ZHOTOVOVÁNÍ ZÁVITŮ V OCELOVÝCH TENKOSTĚNNÝCH SOUČÁSTECH

MACHINING THREADING HOLES WITH CUTTING OPERATION, PRESSING AND SHAPING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

PAVEL RYBÁŘ

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. MILAN KALIVODA

BRNO 2009

## ABSTRAKT

RYBÁŘ Pavel: Metody zhotovování závitu v ocelových tenkostěnných součástech

Projekt vypracovaný v rámci bakalářského studia oboru 2307 předkládá návrh technologie výroby vnitřních závitů v tenkostěnné součásti. Volba technologie se provede na základě vyhodnocení tří základních metod. Navařením matic, nýtováním matic a termálním tvářením. Na základě literární studie problematiky zhotovování vnitřních závitů bylo navrženo nejvhodnější využití jednotlivých metod v praxi. Pro každou technologii je typická volba nástrojů a montážních zařízení použitelných pouze pro daný typ výroby. Materiál spojovacích prvků lze volit podle materiálu součásti, pevnost závitu dle volby konstrukce a konstruktéra. Pro výběr vhodné varianty existují technické listy spojovacích prvků a popis mechanických vlastností závitu.

Klíčová slova: závit, nýtování, lisování, termální tvářením závitů, odporové svařování

## ABSTRACT

RYBÁŘ Pavel: Machining threading holes with cutting operation, pressing and shaping.

This project wrought in terms of bachelor studies program 2307 submits a proposal of technology of production internal thread in thin-walled components. Selection of technology is done on the basis of three basic methods evaluation – welding nuts, riveting nuts and thermal shaping. On the basis of literary studies the optimal application is proposed. There is reduced choice of tools and assembly equipment used only for one type of technology. The choice of fastening parts material is possible done in conformity with product material, thread strength according to whole construction or design engineer choice. For proper choice of technology there are technical data sheets of fastening parts and description of thread mechanical properties.

Key words: thread, riveting, pressing, thermal shaping of threads, resistance welding

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

RYBÁŘ, Pavel. *Metody zhotovování závitů v ocelových tenkostěnných součástech*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 26 s, 10 příloh. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Kalivoda.

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Metody zhotovování závitů v tenkostěnných součástech“ vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum 18.5.2009

.....  
Pavel Rybář

## Poděkování

Tímto děkuji panu Ing. Milanu Kalivodovi, zaměstnanci VUT FSI Brno, panu Ing. Františkovi Svěrákovi, jednateři firmy Design & Construction s.r.o., za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

**OBSAH**

Abstrakt

Čestné prohlášení

Poděkování

Obsah.....	1
Úvod.....	2
1 VÝROBA ZÁVITU .....	3
1.1 Výroba závitu třískovým obráběním .....	3
1.1.1 Ruční řezání závitu .....	3
1.1.2 Strojní řezání závitu .....	3
1.2 Výroba závitu tvářením .....	4
2 MOŽNOSTI ZHOTOVOVÁNÍ ZÁVITU .....	6
2.1 Navaření matice na součást .....	6
2.1.1 Navaření odporovým svařováním.....	6
2.1.2 Použití metody MIG/MAG .....	9
2.2 Zalisování (nýtování) závitových matic .....	10
2.2.1 Lisování závitových matic.....	10
2.2.2 Nýtování závitových matic .....	11
2.3 Termální tváření závitu .....	14
2.3.1 Technologie termálního vrtání .....	14
2.3.2 Technologie tváření závitu.....	16
3 POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH METOD .....	18
3.1 Výhody a nevýhody jednotlivých technologií .....	18
3.1.1 Odporové svařování .....	18
3.1.2 Nýtování matic.....	18
3.1.3 Termální tváření závitu .....	18
3.2 Srovnání ekonomických nákladů .....	19
4 VYUŽITÍ VE STROJÍRENSKÉ VÝROBĚ .....	20
4.1 Odporové přivaření matic .....	20
4.2 Nýtování matic .....	20
4.3 Termální tváření závitu .....	21
Závěr .....	22
Přehled symbolů a značek .....	23
Seznam použité literatury .....	24
Seznam příloh .....	26

## ÚVOD

V dnešní době jsou závity a šroubová spojení neodmyslitelnou součástí strojírenské výroby. Je to jedna z nečastějších technologií při výrobě montovaných celků a pro svoji rychlou montáž a demontáž má pro nás velký význam. Samotným principem závitu je vytvoření drážky, šroubovitě na základním válcovém tělese. Tímto způsobem vznikají dva typy závitů, a to závit vnější a vnitřní. Toto rozdělení nám umožňuje udělat dokonalý šroubový spoj šroubu s maticí popřípadě různou kombinací. Vždy se ale spojují vnější závit s vnitřním.

Cílem a rozbohem práce není popisovat jednotlivé typy závitů a jejich výroba, ale zaměřit se na výrobu a používání vnitřních závitů v tenkostěnných součástech. V praxi se závit nevyrábí pouze klasickým způsobem obráběním nebo ručním řezáním. U součástí a profilů z malou tloušťkou stěny by nám klasická výroba závitu nevyhovovala, protože by nám ve stěně součásti vznikl závit s velmi malým počtem závitů. V takovém případě by byla malá pevnost závitu a mohlo by docházet k takzvanému vytržení závitu. Řešením, jak vytvořit závit s dostatečnou pevností a zvolit správnou technologickou metodu, je zhodnoceno v této práci.

V bakalářské práci je řešeno a současně je provedeno porovnání tří metod zhotovování závitu u tenkostěnných součástí. Jedná se výrobu závitu pomocí: 1) přivařením matice s metrickým závitem (DIN 929), za 2) zalisováním závitové matice a za 3) využití termálního vrtání děr a následně tvářet závit. Jednotlivé metody jsou aplikovány přímo na konkrétní výrobek či součást. Současně se zhodnotí vhodnost navržené metody a její ekonomické využití.



Obr. 1 Použitá metoda nýtování závitu u firmy MDLet Svitávka (20)

# 1 VÝROBA ZÁVITU

## 1.1 Výroba závitu třískovým obráběním

### 1.1.1 Ruční řezání závitu (13)

Ve strojírenství převažuje výroba vnitřních závitu klasickým způsobem – třískovým obráběním. K tomuto způsobu výroby se používají závitníky, které ubírají třísku a tím tvoří závit požadovaného rozměru a profilu. Výrobu závitu dělíme na výrobu ruční a strojní. Jednotlivé technologie se volí podle objemu tvořených závitů. Pro kusovou a méně přesnou výrobu se volí ruční řezání závitu, naopak pro velké výrobní série nebo přesných dílců se volí možnost výroby strojní.

U ručního řezání závitu je využíváno sadových závitníků nebo závitníků maticových. Závitník se upne do ručního vratidla a tím se otáčí jednu otáčku po směru závitu a čtvrt otáčky zpět, aby se odlomila vytvořená tříska a neotupila nám ostří závitníku. K mazání se používá speciální mazací pasty a nebo obyčejný řepkový olej.



Obr. 1.1 Sadové závitníky (22)



Obr. 1.2 Maticový závitník (22)

### 1.1.2 Strojní řezání závitu (6), (13)

Strojní řezání závitu lze nejčastěji provádět buď na vrtačkách nebo na soustruzích. Při řezání závitu na vrtačce se použijí k upnutí strojního závitníku momentové závitové hlavy (viz obr. 1.3). Závitová hlava je vybavena reverzním systémem, který nám přepíná směr otáček nástroje. Závitová hlava se do vrtačky upíná pomocí morse kužele, a nebo se montuje na vřeteno vrtačky. Strojní závitník se upíná do kleštin v závitové hlavě a zajišťuje se dotažením převlečné matice, která se utahuje imbusovým klíčem. Po nastavení vhodného momentu se může začít s operací závitování.



Obr. 1.3 Závitová hlava (21)

Pro řezání závitu na univerzálním nebo revolverových soustruzích je možné použít několik variant, jak závit na součástce vytvořit. Malé vnější i vnitřní závity je možné zhotovovat podobným způsobem jako u ručního řezání. Dá se použít závitové očko a strojní závitník. Nejčastěji se ale používají k vytvoření závitu na soustruhu břitových destiček. Podle typu závitu se volí i patřičný nástroj, který vytváří požadovaný tvar závitu. Hlavní pohyb je rotační a koná ho obrobek, posuvný pohyb vedlejší koná nástroj a je přímočarý.



Obr. 1.4 Soustružení závitu (25)

## 1.2 Výroba závitu tvářením (16), (17)

V dnešní době nových výrobních technologií se začíná v některých provozech přecházet na beztržskovou výrobu vnitřních závitů. Tato technologie má řadu výrobních výhod.

Technologie tváření závitu patří do skupiny tváření plastickou deformací materiálu. Závity jsou tvořeny bez oddělování třísek. To je výhodným prvkem všude tam, kde jsou špatné podmínky na odvod třísek a nebo se jedná o neprůchozí díru. Nehrozí nám také ucpání nástroje třískami a následné poškození nástroje i samotného závitu. Pro obrábění to tím zvětšuje spolehlivost.



Obr. 1.5 Tváření závitu (17)



Profil závitu je tvořen tak, že je do materiálu vtlačována spirálová část závitového profilu zubu do předem vytvořeného otvoru vrtáním nebo termálním tvářením. Požadovaný profil se tvoří plastickou deformací materiálu, kdy po překonání elastické deformace začíná materiál v kontaktní zóně náběhu „zatékat“ mezi jednotlivými zoubky profilu ve směru k malému závitu (viz obr. 1.5). Zajistíme tím hladký profil závitu, který má nižší drsnost povrchu než u závitu tvořený řezáním. Pro závit je typický znak drážky ve špičce malého průměru (neúplně utvářený). Tato vada ovšem nemá vliv na pevnost závitu.

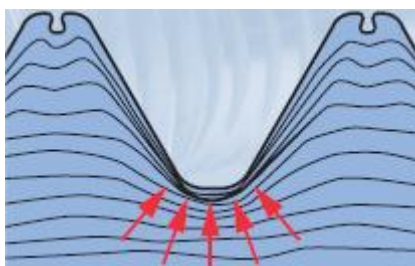
Nevýhodou u závitu, který byl vyrobený metodou řezání je v tom, že dochází k porušení vláken v materiálu. Tím je také tento závit limitován v části dovoleného namáhání. Může docházet i k podřezání závitníku, který způsobuje poškození vrcholových úhlů závitu. Takto porušený závit ve výsledku vykazuje menší přenos zatížení a zmenšení nosné části závitu. U tvářeného vnitřního závitu nedochází k porušení vláken, naopak jsou vlákna v oblasti závitu stlačena plastickou deformací. Materiál teče po hraně zubu závitníku a tím nevzniká odchylna ve vrcholovém úhlu jako u řezání závitu. Tvářené závity mají vlivem stlačení vláken zpevněný kořen velkého průměru závitu a jsou odolnější proti vibracím a dynamickému namáhání (viz obr. 1.6).



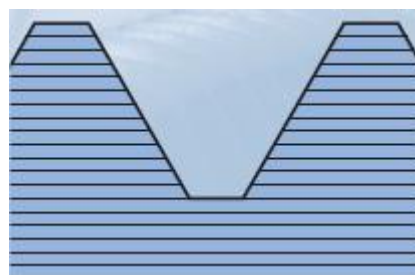
Struktura tvářeného závitu



Struktura řezaného závitu



Průběh vláken tvářeného závitu, zpevnění v oblasti kořene



Průběh vláken u řezaného závitu

Obr. 1.6 Rozdíly mezi řezanými a tvářenými závity (17)

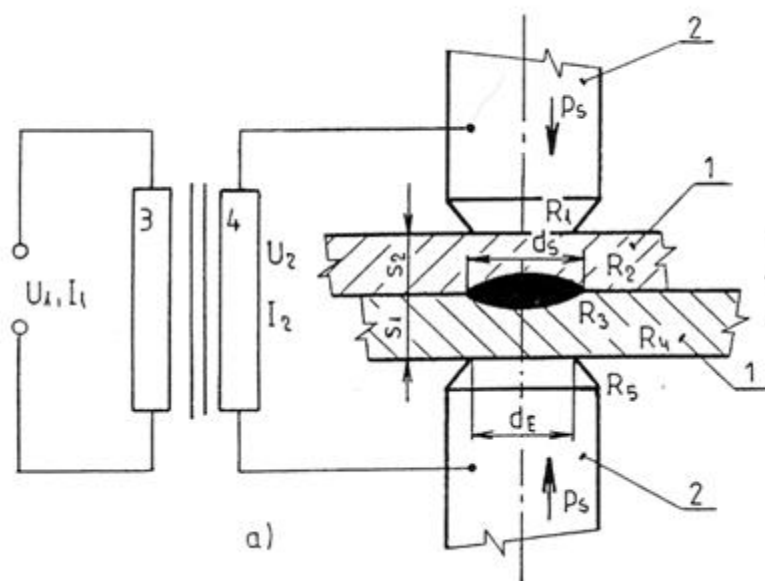
## 2 MOŽNOSTI ZHOTOVOVÁNÍ ZÁVITU

### 2.1 Navaření matice na součást

#### 2.1.1 Navaření odporovým svařováním (1), (2), (5), (12)

Odporové svařování je metoda nerozebíratelného spojení materiálu. Rozdíl mezi odporovým svařováním a nýtováním je, že u svařovaných spojů nedochází při namáhání k jejich uvolňování, ale rovnou k destrukci spoje.

Svařování probíhá tak, že se dvě součásti přiloží k sobě mezi dvě elektrody z mědi nebo jiného materiálu. Na hranici těchto dvou materiálů začne působit přechodový odpor a oba materiály se začnou v místě dotyku postupně zahřívat a natavovat. Za působení přítláčné síly (500 až 1000 N) a svařovacího času (0,04 až 2 s) dochází k bodovému svaření materiálu. Bodové svařování se realizuje při nízkých napětích (1 až 1,5 V), ale při velkých proudech (1000 až 100 000 A). Výhodou odporového svařování je malé množství tepla potřebné ke svaření a tím i menší deformace, velká pevnost spoje, krátké časy svařování (viz obr. 2.1).



Obr. 2.1 – technologie odporového svařování (2)

Uspořádání:

- 1 – svařovaný materiál
- 2 – pevná a pohyblivá elektroda
- 3 – primární vinutí transformátoru
- 4 – sekundární vinutí transformátoru

Množství tepla, které nám při odporovém svařování vzniká, lze stanovit podle Joule- Lenzova zákona

$$Q = 0,24R \cdot I^2 \cdot t \quad (2.1)$$

Kde - Q je množství tepla

[J]

R elektrický odpor

[Ω]

I proud

[A]

t doba průchodu proudu při svařování

[s]

Bodové svařování se nejčastěji používá u spojování přeplátovaných plechů (nejčastěji v automobilovém průmyslu), nebo spojení tenkého plechu a matice, a vytvoření tak možnosti závitového spoje. Pro odporové svařování se používají matice (viz obr. 2.2) podle německé normy DIN 929. Matice má speciální výstupky, které mají plnit úlohu ochrany zatečení svaru do závitu. Kromě automobilového a jiných dopravních technologií, se metoda odporového svařování používá i v jiných oblastech průmyslu. Lze se setkat s touto metodou například u výroby domácích spotřebičů.

Jedním z velkých problémů jak správně a přesně usadit a přivařit odporově matici, aby matice byla navařená v kolmosti a aby nedocházelo k prostříkům do závitu. Jedním řešením je použití keramické vložky, na kterou je závitová matice nasazena, keramická vložka je upevněna ve spodní pevné elektrodě (viz obr. 2.3).



Obr. 2.2 Navařovací matice DIN 929 (18)



Obr. 2.3 Keramický trn, matice a spodní elektroda (1)

Odporovým svařováním je možné svařovat téměř všechny druhy materiálů. V automobilovém průmyslu se nejčastěji pracuje s pozinkovanými nebo pokovenými oceli (karosérie automobilů), dále se používají běžné materiály z nelegované oceli (obsah uhlíku do 0,2), s korozivzdorných ocelí (viz tab. 2.1). Vhodnost svařitelnosti jednotlivých korozivzdorných ocelí (viz příloha 3). Odporově lze svařovat i materiály z hliníku a jeho slitin, titan nebo zirkon.

Tab. 2.1 – Svařitelnost korozivzdorné oceli (19)

Tloušťka plechu (mm)	Průměr hrotu elektrody (mm)	Přítlačná síla elektrody (daN)	Svařovací proud (A)	Doba svařování (počet period)
18 % Cr – 9% Ni austenitická ocel				
0,5	3,0	170	3500	3
0,8	4,5	300	6000	4
2,0	6,0	650	11000	8
stabilizovaná 17% Cr feritická ocel				
0,5	3,0	150	4000	3
0,8	4,5	250	7550	4

Svarový spoj se provádí na odporové svářečce mezi dvěma kontakty. Na každý typ odporového svařování je vhodný jiný typ odporové svářečky. Z historie se u nás začali první odporové svářečky vyrábět v letech 1927. Tehdy ji vyrobilo ČKD Vysočina pro automobilku Praga a měla příkon 25 kVA. Navaření matic se realizuje na klasických odporových svářečkách, ale lze využít i impulsních svářecích lisů.

Jednotlivé zařízení se rozlišují především podle mikroprocesorové digitální řídicí jednotky. Většina těchto zařízení je možné propojit s počítačem, mají vlastní paměť, do které lze ukládat jednotlivé programy. Řídicí jednotky lze v případě potřeby integrovaně připojit na více automatizovaných pracovišť. Jednotlivé typy se liší podle stroje pro který jsou určeny:

Typy odporových svářeček:

- závěsné kleště (např. pneumatické),
- stacionární lisy,
- investorové stroje.

Podle řídicí jednotky se dělí ještě na další typové řady (např.):

- pro jednofázové svářečky s konvečním transformátorem,
- pro autokarosářské svářečky s konvečním transformátorem,
- s konstantním proudem, pro svářečky s konvenčním transformátorem,
- pro třífázové odporové svářečky.



Obr. 2.4 Závěsné ruční svařovací kleště (12)

### 2.1.2 Použití metody MIG/MAG (11)

I s touto metodou svařování se často lze setkat u tenkostěnných součástí a profilů v automobilovém průmyslu, ale pro přivaření závitových matic není vhodná. Je to sice svařování rychlé, ale řešil by se zde problém s odstříkem materiálu a i samotný spoj by nebyl tak hezký jako u odporového svařování. Tuto metodu uvádím okrajově, protože je nepřesná a navíc vnáší do materiálu množství nežádoucího tepla a řešení odstříků se zamezuje použitím separačních tekutin a jiných kapalin. Ty jsou dodávány v podobě sprejů nebo roztoku, a aplikují se v okolí svaru a nebo do ochranné hubice. Pro použití na tvorbu závitu přivařením matice u součástí z tenkých materiálů bych tuto metodu nedoporučil.



Obr. 2.5 Svářečka MIG/MAG (13)

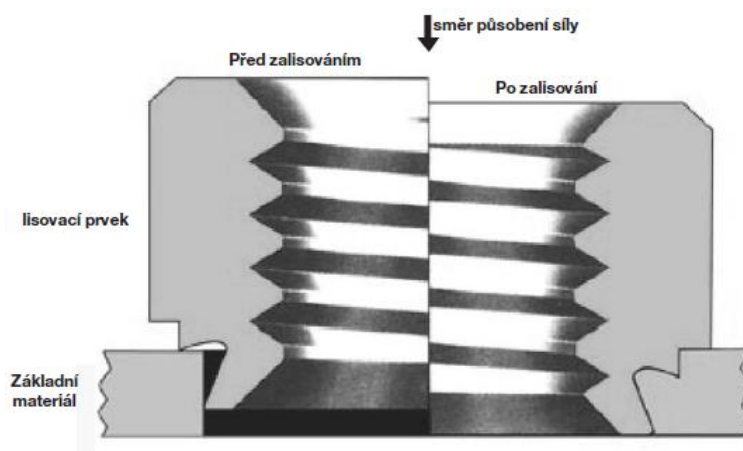
## 2.2 Zalisování (nýtování) závitových matic

### 2.2.1 Lisování závitových matic (7), (8)

Pro tenkostěnný materiál byl vyvinut jednoduchý způsob ukotvení různých komponentů a následně jejich demontáže. Lisovací matice jsou snadno zalisovány standardním lisem do připravených otvorů vrtáním, stříháním nebo vypálením na laseru (viz obr. 2.6). Předností takového spoje je jednoduchost, dobrá stabilita díky kvalitním materiálům, možnost automatizovaného zpracovávání. U lisování matic je plech vtlačován do prostoru pod hlavou a tvoří tak s plechem jeden nedělený celek. Lisovací matice jsou ve spoji odolné proti vytržení a spoj je také odolný proti pootočení.

Lisovací matice jsou v provedení:

- klasické kulaté lisovací matice,
- šestihranné lisovací matice,
- samojistné lisovací matice,
- lisovací matice pro slepé otvory,
- extra ploché lisovací matice, které nevyčnívají z plechu,
- plovoucí lisovací matice.

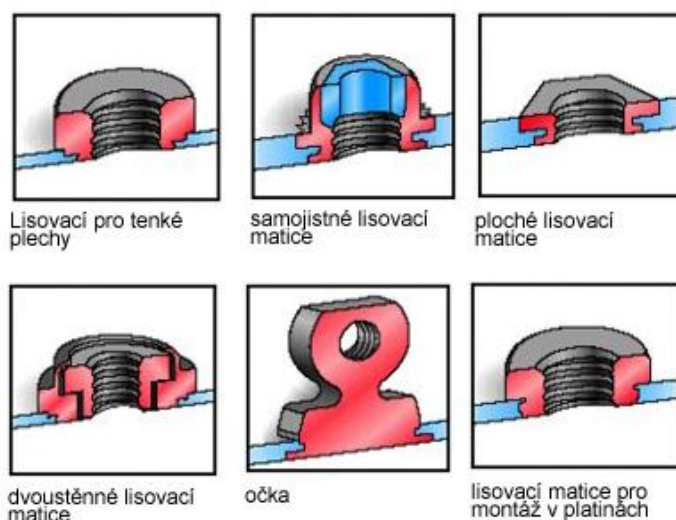


Obr. 2.6 – Lisování závitové matice (7)

Lisování matic se může provádět ručně za pomoci ručního lisu, který zároveň prostřihává otvory pro matice. Ruční zpracování je vhodné řemeslníky nebo malé dílny, kde se používají závitové matice do velikosti M5. Pro větší velikosti závitů se používají lisy strojní o různé přitlačné síly. Strojní lisy se vyrábějí i jak plně automatické (viz příloha 4).

Spojovacích prvků a provedení montáže je různorodé (viz obr 2.7) dle požadavku na montáž a výsledný spoj. Samozřejmě lze kromě matic na materiál zalisovat i jiné spojovací prvky jako jsou např. závitové šrouby, čepy, sloupky atd. (viz příloha 7).





Obr. 2.7 Lisování závitových matic – provedení montáže (8)

Všechny základní typy závitových matic k lisování se vyrábějí z oceli (povrchově pozinkované), z korozivzdorné oceli a ze slitiny hliníku. Technologie zalisování matic je podobná jako technologie nýtování závitových matic (viz odstavec 3.2.2), rozdíl je hlavně ve užití dané technologie a pevnosti provedení.

### 2.2.2 Nýtování závitových matic (9), (10)

Jedna z možností jak vytvořit závit v tenkostěnném profilu z dostatečnou pevností je nýtováním závitové matice (viz obr. 3.8). Poskytují velmi spolehlivé a estetické řešení tam, kde kromě závitu potřebujeme dodržet kvalitní povrch součástí. Proto se ze závitovou maticí lze setkat nejčastěji u součástí určených k okrasně-účelovým. Tento problém se řešil u výroby zábradlí na balkón nové strojírenské výrobní haly ve Svitávce (viz obr. 1).

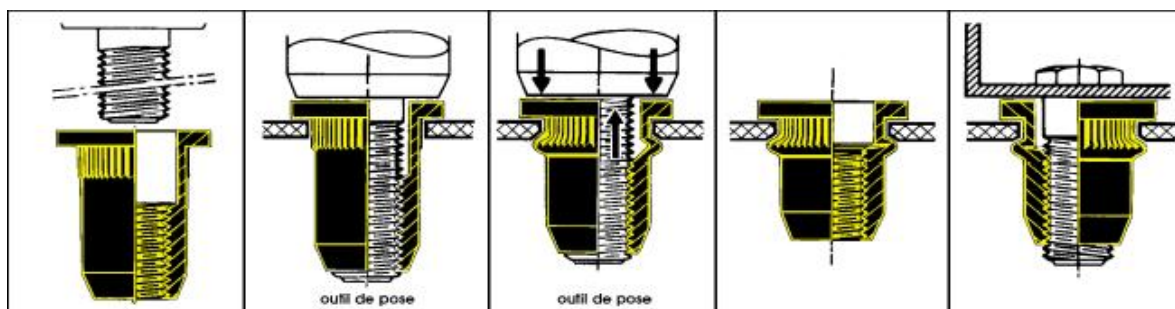


Obr. 2.8 Nýtovací matice (10)

Závitová matice je v podstatě pouzdro, které má osazení a je v něm vytvořen požadovaný závit. Závit v pouzdře je tvořený dvěma technologiemi, což nese svoje výhody. Závit vytvoření technologií tvářením řeší velkou sériovost, standardní rozměry a kvalitní závit. Druhá metoda je soustružením, s kterým se nejčastěji setkáme u rýhovaných nýtovacích matic. Získáme tím spolehlivý a pevný závit. Matice nám zajišťuje velkou odolnost proti protočení, která je větší než pevnost šroubu v pevnostní třídě 8.8.

Postup při montáži nýtovací matice se provádějí nýtovacími kleštěmi buď ručními (viz příloha 5) nebo hydraulickými (viz příloha 6). Matice se našroubuje na závitový trn a vsune se do předem připravené vyvrtané díry tak, aby hlava matice nepřevyšovala povrch základního materiálu o 0,1 mm. Stlačením kleští

nebo hydraulickým tlakem matici stlačíme tak, že vytvoří na druhé straně materiálu prstýnek a upevní tak matici v materiálu. Závitový dřík se z matice vyšroubuje a můžeme provést závitový spoj. Součást, která se připevňuje, musí dosednout na hlavu matice ( viz obr. 2.9).



Obr. 2.9 Montáž nýtovací matice (10)

Nýtovací matice jsou testovány na utahovací moment použití šroubů s mezním zatížením.

Nýtovací matice se vyrábějí v různých povrchových úpravách a materiálech. Nejběžnější verzí jsou matice ocelové pozinkované s transparentním chromátem. Dále se vyrábí z korozi-vzdorné oceli, mosazi nebo hliníkové slitiny (viz obr. 2.10). Konstruktor má i na výběr z různých typů tvaru hlavy matice (např. viz příloha 8). Nejobvyklejší jsou matice z plochou hlavou nebo hlavou zapuštěnou do materiálu.



Al - hliníkové

St - ocelové

A2 - nerezové

Obr. 2.10 Materiál nýtovací matice (18)

Šroubové spojení skutečně nýtovací maticí by mělo být utaženo momentovým klíčem, který nám zaručí bezpečný kroutící moment a nedojde k vytržení matice z materiálu. Testy, které se prováděly zatěžují šrouby s mezním zatížením  $R_m = 2100 \text{ N.mm}^{-2}$  a mezí pružnosti  $R_e = 1800 \text{ N.mm}^{-2}$ . Určení utahovacího momentu a zatížení tahem šroubu je  $0,75 \times R_e$ . Pokud je dodržena technologie výroby, montáž a správné mazivo platí to při koeficientu tření 0,12. Doporučené hodnoty pro utahovací momenty jsou v následující tabulce (viz tab. 2.2).



Tab. 2.2 – Utahovací moment (10)

Ø	MĚKKÁ OCEL		ZUŠLECHTĚNÁ OCEL		Ø	MĚKKÁ OCEL		ZUŠLECHTĚNÁ OCEL	
	C (Nm)	T (N)	C (Nm)	T (N)		C (Nm)	T (N)	C (Nm)	T (N)
4	1,2	1 650	4,2	5 900	8	9,3	6 860	33,6	24 700
5	2,5	2 660	8,1	9 600	10	18,7	10 870	67,2	39 150
6	3,9	3 770	14	13 600	12	31,8	15 800	114	56 900

kde: C.... doporučený utahovací moment [Nm]

T.... zatížení tahem [Nm]

Rm.. pevnost v tahu [N.mm<sup>-2</sup>]

Re.. mez pružnosti [N.mm<sup>-2</sup>]

Ukázky použití v praxi (viz příloha 1).

### 2.3 Termální tváření závitu (3), (4), (14), (15)

Zhotovení závitu v tenkostěnných součástech s využitím frikčního tepla a nahradit tak klasické řezání se datuje od roku 1923 z Francie. Na tehdejší dobu to však nebylo možné průmyslově využít, protože nebyly známy vysoce tvrdé nástrojové materiály a správná geometrie nástroje.

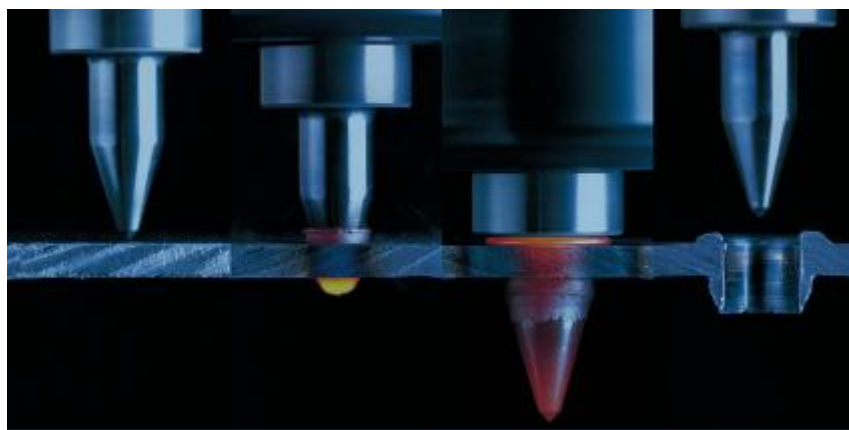
Aby bylo možné touto progresivní metodou v tenkostěnných profilech vytvořit závit s dostatečným počtem závitů, vytvoří se pomocí speciálního vrtáku pouzdro, ve kterém se potom vytváří závit buď klasickou konveční metodou (řezáním) nebo tvářením za studena tvářecím závitníkem.



Obr. 2.11 Tvářecí závitník (17)

#### 2.3.1 Technologie termálního vrtání

Základní vlastností termálního vrtání je využití třecího tepla. Vrtaná díra se tedy netvoří klasickým vrtáním šroubovitým vrtákem, ale speciálním vrtákem např. technologie Flowdrill, Thermdrill nebo Centerdrill. Je to polygonový kuželový hrot vyrobený z karbidu wolframu. Třecí teplo vzniká mezi hrotem a obrobkem za vysokých otáček hrotu a současně působením axiální síly na obrobek. Generované teplo ohřívá materiál lokálně v místě styku, dochází k natavení materiálu a současně s vniknutím hrotu do materiálu obrobku se začne tvořit pouzdro z přemísťovaného materiálu (viz obr. 2.12). Touto metodou lze vytvářet otvory do součástí s tloušťkou materiálu až do tl.=12 mm (viz příloha 10). Vytvořené pouzdro má až 4-násobek původní tloušťky materiálu.



Obr. 2.12 Termální vrtání (3)

Termální tváření má hlavní výhody v úspoře času a vysoké produktivitosti na zhotovení otvoru s použitím klasických strojů, např. stojanové vrtačky s otáčkami od 2200 ot.min<sup>-1</sup>. Mezi další výhody patří:

- úspora materiálu a snížení hmotnosti součástí,
- zvýšení tažné síly závitu vlivem tváření,
- těsnost otvorů,
- vysoká nosnost pouzder,
- odstranitelné spojení,
- zamezení elektrochemické koroze (využití základního materiálu),
- není nutné navařování nebo nýtování matic.

Termální tváření otvorů je vhodné pro všechny typy materiálů, mimo cín a zinku. Ostatní typy jako je svařitelná ocel, korozivzdorné oceli, magnetické materiály atd. jsou pro tuto technologii vhodným materiálem (viz příloha 9).

Pracovní sada, kterou lze vyrábět termální otvory na vrtačkách musí obsahovat ( viz obr. 2.13) :

- speciální držák kleštiny,
- kleština,
- hrot,
- speciální mazací pastu,
- speciální olej pro závitníky,
- závitník.



A – Speciální držák pro vysoký odvod tepla

B – Kleština

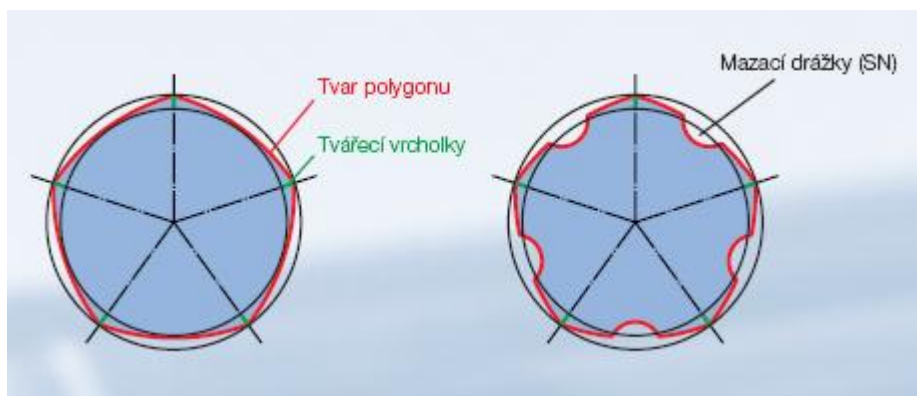
C – Speciální hrot Flowdrill

Obr. 2.13 Vybavení Flowdrill (4)

### 2.3.2 Technologie tváření závitu (17)

Závit je vytvořený plastickou deformací obráběného materiálu. Materiál postupně zatéká po obou stranách závitníku a vytváří postupně profil závitu.

Geometrie pracovní části závitníku má tvar polygonu. Ten určuje průběh a zdvih kontaktní dotykové části na tvářecích vrcholcích. Ovlivňuje to rychlost tečení tvářeného materiálu. Tvar závitníku má i vliv na charakteristiku tření nástroje. Proto musíme volit pro každý typ materiálu jiný závitník.



Obr. 2.14 Schéma průřezu závitníku (17)

Pracovní část závitníku tvoří náběhový kužel, který začíná vytvářet závit do předem připraveného otvoru (viz obr. 2.16). Za kuželovou částí je válcová část závitníku, která má za úkol závit povrchově vyhladit a zkalibrovat na požadovaný rozměr. Upínací část závitníku je válcová stopka na konci zakončena čtyřhranem, pro upínání v závitové hlavě (viz obr. 2.15). Tvářecí závitníky pracují v extrémních podmínkách a proto jsou povlakovány tvrdými povlaky (viz příloha 2).



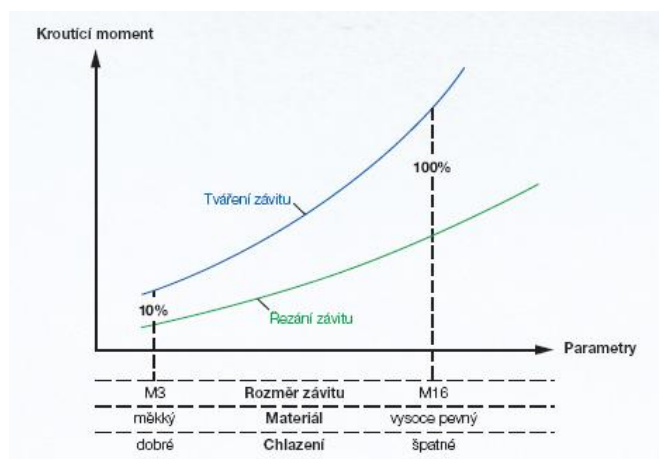
Obr. 2.15 Tvářecí závitník (17)



Obr. 2.16 Tvary a délky náběhových kuželu (17)

Tváření závitu není vhodné pro každý typ materiálu. U tváření musí docházet k dobré plasticitě materiálu a proto je omezení vztaženo na materiály s minimální tažností 5% a maximální pevností v tahu  $1400 \text{ N.mm}^{-2}$ . Nastavení podmínek tváření závitu je u každého materiálu jiný, protože různé příměsi a legující prvky nám mění pevnostní charakteristiku a mají různý vliv na tažnost.

Na kvalitu závitu má největší vliv průměr předvrtaného otvoru, mazání a chlazení závitníku a správná volba závitníku. Průměr předvrtaného otvoru má vliv na rozměr malého průměru závitu. Malý otvor má za důsledek silné stlačování materiálu u kořene závitu a zároveň k silnému namáhání závitníku. Hrozí poškození pracovní části závitníku nebo jeho zalomení. Velký otvor nám zapříčiní nezatečení závitu a výsledkem je malý rozměr malého průměru závitu. Vzhledem k velkému tření při tváření závitníku, je důležitou součástí procesu mazání závitníku a zároveň dochází k chlazení závitníku. Používají se různé druhy olejů a mazacích emulzí. Všechny tyto vyjmenované faktory mají vliv na krouticí moment, který vzniká u tváření vnitřního závitu. V následujícím diagramu je znázorněn rozdíl krouticího momentu mezi řezaným a tvářeným závitem (viz obr. 2.17).



Obr. 2.17 Rozdíl krouticího momentu (17)

### 3 POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH METOD

Použití jednotlivých metod je na zvážení každého konstruktéra či technologa. Každá z uvedených metod má své přednosti, ale zároveň i negativa. Je potřeba vzít v úvahu materiálové vlastnosti, možnosti volby tvaru závitového prvku, možnosti ve výrobě, ekonomické požadavky atd.

#### 3.1 Výhody a nevýhody jednotlivých technologií

##### 3.1.1 *Odporové svařování*

Výhody :

- krátké strojní časy,
- minimální napětí a deformace,
- snižuje opotřebení elektrod,
- menší spotřeba elektrické energie,
- jemnozrnná struktura svarového kovu (rychlé ochlazení spoje).

Nevýhody :

- stroje s velkým příkonem nad 10 kva,
- silnější konstrukce strojů,
- krátkodobé velké odběry energie.

##### 3.1.2 *Nýtování matic*

Výhody :

- do tenkého materiálu (od 0,5 mm),
- úspora materiálu,
- použití na součásti s povrchovou úpravou (povrch se nepoškodí),
- dokonalá kolmost osy prvku vzhledem k rovině součásti,
- nevzniká deformace vlivem tepla.

Nevýhody :

- vyšší cena než u klasické matice,
- při poškození závitu obtížné odstranění matice.

##### 3.1.3 *Termální tváření závitu*

Výhody :

- nezeslabuje stěnu závitu jako u závitu, který je tvořen řezáním,
- má vyšší pevnost než u technologie řezání závitu,
- nižší náchylnost nástroje ke zlomení, vysoká životnost závitníku,
- vyšší produktivita.

Nevýhody :

- použití speciálních nástrojů,
- pořizovací cena.

### 3.2 Srovnání ekonomických nákladů

Porovnání jednotlivých technologií pro jednotlivé velikosti závitů je provedené v následující tabulce 3.1 podle vybraných parametrů. Velikost závitů pro porovnání jednotlivých metod byly vybrány M3, M8 a M16.

Porovnávané parametry:

- materiál,
- pořizovací náklady,
- náklady na jeden kus,
- čas zhotovení jednoho závitu,
- tloušťka materiálu.

Tab. 3.1 – Srovnávací tabulka

Tab. 6.11. Časová a nákladová tabulka

TERMÁLNÍ TVÁŘENÍ ZÁVITU						NÁSTROJE
	materiál	maximální tl. materiálu [mm]	Pořizovací cena zařízení [kč]	náklady na jeden závit [kč]	čas výroby jednoho závitu [min]	
M3	ocel, mosaz, měd, hliník, ušlechtlá ocel	2,2	1990	28	0,15	termální hrot + závitník
M8		3,5	2490	28,5	0,35	termální hrot + závitník
M16		6,4	6490	29,7	0,5	termální hrot + závitník
NÝTOVÁNÍ MATIC						
	materiál	maximální tl. materiálu [mm]	Pořizovací cena zařízení [kč]	cena jedné nýtovací matice [kč]	čas výroby jednoho závitu [min]	
M3	ocel, hliník, ušlechtlá ocel	3	234	3,85	0,2	ruční kleště
M8		10,5	1285	7,1	0,07	hydraulické kleště
M16		-	-	-	-	
NAVAŘOVÁNÍ MATIC						
	materiál	maximální tl. materiálu [mm]	Pořizovací cena zařízení [kč]	cena jedné navařovací matice [kč]	čas výroby jednoho závitu [min]	
M3	ocel, ušlechtlá ocel	-	18 500	1,4	0,005	ruční bod. kleště
M8		-	73 600	2,8	0,01	sloupová bod. svářečka
M16		-	164 815	13,8	0,02	sloupová bod. svářečka

Se srovnávací tabulky jsou patrné rozdíly jednotlivých parametrů, pořizovacích nákladů jednotlivých strojních zařízení a spojovacích prvků. I když jsou například u navařování matic pořizovací náklady vysoké, při velkých sériích se vzhledem k rychlosti svařování náklady na pořízení brzy vrátí. Výběr v hodné technologie volí konstruktér nejen na základě ekonomického zhodnocení, ale hlavně volí podle technických parametrů součásti.

## 4 VYUŽITÍ VE STROJÍRENSKÉ VÝROBĚ

### 4.1 Odporové přivaření matic

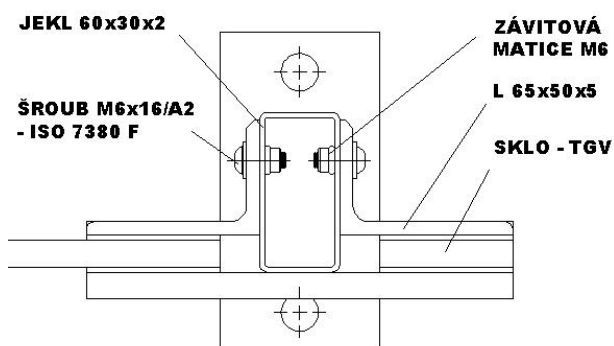
Odporové svařování má největší zastoupení v automobilovém průmyslu, kde je potřeba vytvořit nerozebíratelná spojení na tenkých plechových součástech např. rámy, nosníky, na kterých jsou připevněny autosedačky nebo palivové nádrže (viz obr. 4.1). Tato technologie se dál rozšířila i na domácí spotřebiče. Je to jednoduché a levné nerozebíratelné spojení. Můžeme je proto najít v myčkách na nádobí, pračkách.



Obr. 4.1 Použití na různých konzolách (24)

### 4.2 Nýtování matic

Z použitím technologie nýtování matic se zabývala např. firma MDLet Svitávka (viz obr. 1). Při stavbě nové haly se řešilo přichycení bezpečnostního skla na okrasném zábradlí na balkoně. Jednotlivé stojky zábradlí jsou z uzavřeného profilu JEKL 80x40x2, materiálu 1.4301. Bylo nutné zajistit jednoduchou montáž bezpečnostního skla a v případě poškození i jednoduchou výměnu poškozeného skla. Řešením bylo použití závitových matic zánýtovaných do stojek a přes jednotlivé držáčky z L – profilu zajištěny k zábradlí (viz obr. 4.2). Byly použity závitové matice z materiálu A2 velikosti M6, hladký, se zapuštěnou hlavou, které byly do sloupku zánýtované pomocí hydraulický nýtovacích kleští.

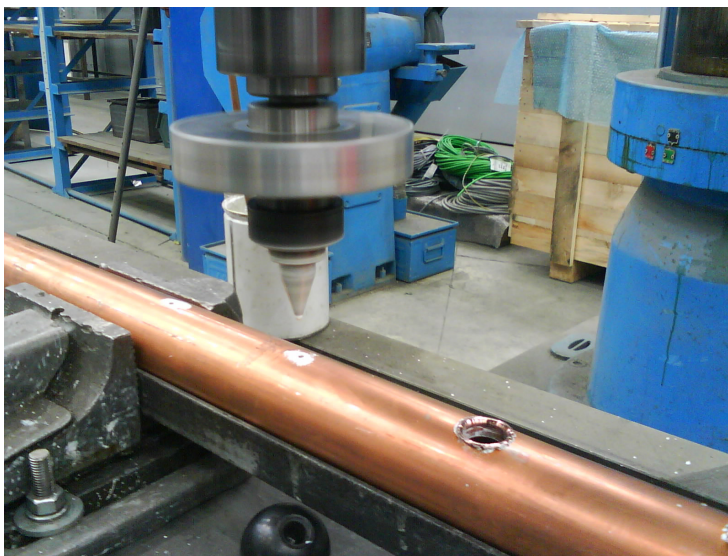


Obr. 4.2 Uchycení bezpečnostního skla (20)



### 4.3 Termální tváření závitu

Technologie termálního tváření otvoru a následně zhotovení závitu tvářením je vhodná pro větší počet závitů v sérii. Tím dochází k časové, ale i finanční úspoře ve výrobě. To byl také hlavní důvod firmy Junker Industrial Equipment s.r.o. v Boskovicích. Oddělení technologie se rozhodlo změnit technologii výroby závitu G1/2" na měděném chlazení indukčních cívek u pecí. Jedná se o trubku s tloušťkou stěny 5 mm, na kterém bylo napájeno cca 30 závitových nátrubků. U pájení docházelo ke špatnému spojení a i těsnost spoje byla špatná. Také výrobní doba byla nepřiměřeně dlouhá. Přechodem na technologii Flowdrill se výrobní proces zkrátil o dvě třetiny času a vzrostla i kvalita závitového spoje.



Obr. 4.3 Technologie Flowdrill v praxi (23)

## ZÁVĚR

Velmi zajímavé téma ve strojírenství a důležitým montážním prvkem ve výrobě, je výroba vnitřních závitů v tenkostěnných součástech z plechu nebo profilu. V dnešní době se nejčastěji využívá odporového navaření matic, nýtování (lisování) matic a termálního tváření vnitřního závitu. Jednotlivé metody zhotovování závitu jsou popsány v návaznosti na využitelnost ve strojírenské praxi. Úkolem tematického celku bylo porovnat jednotlivé metody v závislosti na využitelnosti v praxi. Rozbor jednotlivých metod je uvedený a zhodnocený v návaznosti na odbornou literaturu a osobní praxi ve strojírenství. Každá z uvedených technologií má své výhody i nevýhody a je pouze na konstruktérovi, kterou metodu závitování zvolí aby dodržel kvalitu a mechanické vlastnosti závitu a zároveň ekonomické hledisko.

Z řešení lze uvést, že použití jednotlivých metod je jak v kusové, tak i v sériové výrobě.

Metodu odporového navařování matic je vhodné použít u středních a větších sériích. Ke kusové výrobě je nevhodná, protože se nevyplatí investovat do bodovacího zařízení a vytvoření takového závitu by bylo neekonomické. Metodu lze plně automatizovat nebo ji začlenit do výrobní linky jako např. v automobilovém průmyslu.

Pro kusovou výrobu lze navrhnout nýtování závitových vložek, jelikož do velikosti závitu M6 je možné použít ručních nýtovacích kleští. Pokud by mělo být závitů ve větší sériích nebo velikosti do M12, je možné použít pneumatické kleště. Závitové matice se vyrábějí v mnoha provedeních a materiálech, že lze pro každou součást vybrat nejvhodnější typ. Pro sériovou výrobu by bylo vhodnější použití lisování matic pomocí lisu.

Velké série nebo tam, kde není možnost použití předcházejících metod, se využívá termálního tváření otvorů z následným tvářením závitu. Tato metoda nám umožňuje vytvoření i většího závitu než v předchozích metodách. Termálně lze vyrábět závity až M20 nebo G 1". Výroba takových závitů lze i plně automatizovat.

Výroba závitů má ve strojírenství své místo a při montáži a montování velkých celků má nezastupitelnou pozici u rozebíratelných spojích.

**PŘEHLED SYMBOLŮ A ZNAČEK**

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
R	[Ω]	Elektrický odpor
Q	[J]	Teplo
P	[VA]	Příkon
I	[A]	Proud
U	[V]	Napětí
t	[s]	Čas
n	[ot.min. <sup>-1</sup> ]	otáčky
C	[Nm]	Utahovací moment
T	[Nm]	Zatížení tahem
R <sub>m</sub>	[MPa]	Pevnost v tahu
Re	[MPa]	Mez pružnosti
	[%]	tažnost

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

1. BARTONÍČEK, Tomáš. Zvyšování stability výrobních procesů svařování. *Průmyslové spektrum* [online]. 2007 [cit. 2009-02-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/zvysovani-stability-vyrobnich-procesu-pri-svarovani>>.
2. Bodovky a bodování. *Svařování prakticky a s nadhledem* [online]. 2008 [cit. 2009-04-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.svarbazar.cz/phprs/view.php?cislocclanku=2008033102>>.
3. *Centerdrill - termální výroba otvorů* [online]. [2006] [cit. 2009-04-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.centerdrill.de>>.
4. *Flowdrill* [online]. 2002 [cit. 2009-04-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.kavon.cz/tvareni.htm>>.
5. ING. SVÍTIL, Antonín, CSc. Odporové svařování. *Welding* [online]. 2008 [cit. 2009-04-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.welding.cz/historie/svitil-h.htm>>.
6. KOČMAN, Karel, PROKOP, Jaroslav. *Technologie obrábění*. 2. vyd. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2005. 270 s. ISBN 80-214-3068-0.
7. *Nýtovací technika a upevňovací prvky* [online]. 2007 [cit. 2009-04-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.avdel.eu/>>.
8. *Nýtovací a lisovací systémy* [online]. 2007 [cit. 2009-04-01]. Dostupný z WWW: <[http://www.heyman.cz/heyman/index.php?option=com\\_content&view=article&id=30&intGroupId=2](http://www.heyman.cz/heyman/index.php?option=com_content&view=article&id=30&intGroupId=2)>.
9. *Nýtovací matice a šrouby* [online]. [1992] [cit. 2009-03-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.boellhoff.cz/>>.
10. *Nýtovací matice* [online]. [2005] [cit. 2009-03-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.simaf.cz/>>.
11. Odporové svařování. *Svět svaru* [online]. 2004 [cit. 2009-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.hadyna.cz/svetsvaru/archive.htm>>.
12. *Průmyslové odporové svařovací lisy* [online]. [1997] [cit. 2009-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.dalex.de/>>.
13. SCHULZ, E., et al. *Inženýrská příručka pro stavbu strojů II*. Kolektiv překladatelů. 1. Auflage. Berlín : Springer-Verlag, 1956. 948 s.

14. ŠPULÁK, Libor. Termální vrtání - progresivní metoda tváření otvorů. *Průmyslové spektrum* [online]. 2002 [cit. 2009-03-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/termalni-vrtani-progresivni-metoda-tvareni-otvoru>>.
15. *Tváření otvorů Thermdrill* [online]. [2005] [cit. 2009-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.bow.cz./produkty/tvareni-otvoru-thermdrill/>>.
16. Výroba vnitřních závitů tvářením. *Průmyslové spektrum* [online]. 2001 [cit. 2009-03-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/vyroba-vnitrnich-zavitu-tvarenim>>.
17. *EMUGE - Technologie závitování* [online]. [2003] [cit. 2009-04-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.emuge.de/>>.
18. *Spojovací materiály* [online]. [2007] [cit. 2009-05-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.sariv.cz/nytovaci-matice-maticove-nyty.html>>.
19. CUNAT, Pierre-Jean. *Svařování korozivzdorných ocelí*. [s.l.] : [s.n.], 2007. 38 s. Dostupný z WWW: <<http://www.euro-inox.org/>>. ISBN 978-2-87997-177-3.
20. *Svařence s korozivzdorné oceli* [online]. 2008 [cit. 2009-05-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.mdlet.cz/cs/c/produkty/produkty.htm>>.
21. *Nářadí a nástroje* [online]. [2004] [cit. 2009-04-23]. Dostupný z WWW: <<http://www.peddy.cz/>>.
22. *Závitořezné nástroje* [online]. [2006] [cit. 2009-05-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.i-zavitniky.cz/>>.
23. *Termální tváření otvorů* [online]. [1998] [cit. 2009-04-30]. Dostupný z WWW: <<http://www.otto-junker.de/>>.
24. *Výrobní kooperace* [online]. 2005 [cit. 2009-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.montkov.cz/vyrobní-kooperace.html>>.
25. *Nástroje pro třískové obrábění kovů* [online]. 2006 [cit. 2009-05-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.jcz.cz/?map=zavitovani>>.

**SEZNAM PŘÍLOH**

***Příloha 1* ..... Použití nýtování závitových matic**

***Příloha 2* ..... Povlaky tvářecích závitníků**

***Příloha 3* ..... Svařitelnost korozivzdorné oceli**

***Příloha 4* ..... Lisy pro lisování matic**

***Příloha 5* ..... Ruční nýtovací kleště**

***Příloha 6* ..... Pneumatické nýtovací zařízení**

***Příloha 7* ..... Lisovací prvky**

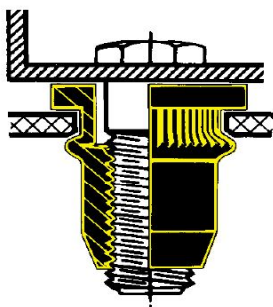
***Příloha 8* ..... Univerzální řada soustružených nýtovacích matic**

***Příloha 9* ..... Tloušťka materiálu u technologie Flowdrill**

***Příloha 10* ..... Termální hroty Flowdrill**

## Příloha 1 POUŽITÍ NÝTOVÁNÍ ZÁVITOVÝCH MATIC

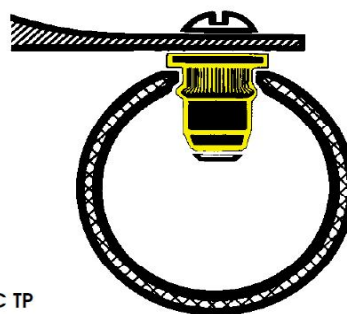
Montáž ve vyztuženém polyesteru nebo v tenkém dílu z plastu, laminovaném materiálu a překližce



SERBLOC TP

Lodní trupy, vrchní plachty, karoserie, průmyslové stroje, kuchyňské a kancelářské doplňky, výpočetní technika atd.

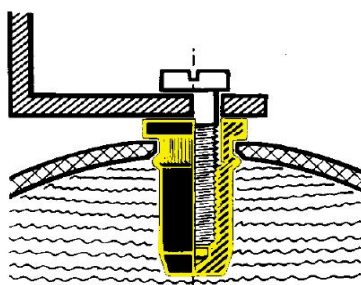
Spojování dutých dílů.



SERBLOC TP

Kovový kancelářský, zahradní a campingový nábytek, rolety, atd.

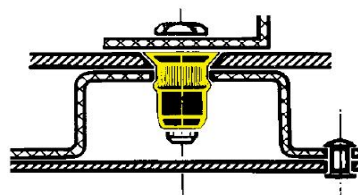
Montáž těsných spojů



SERBLOC TPB

Montáže těsných spojů na palivových nebo olejových nádržích.

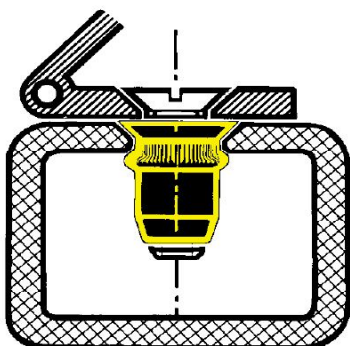
Spojení několika základních materiálů s možností připevnit další díl.



SERBLOC TF

Ochranné a dekorativní vnitřní plechy pecí, zvedáků, výtahů, kabin traktorů, lanovek, konstrukčních prvků, mrazících zařízení, atd.

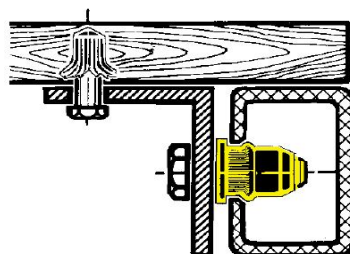
Jednostranná montáž TF do slepého prostoru.



SERBLOC TF

Chladírenské zařízení, zařízení pro domácnost, automobilové karoserie, zemědělské stroje, ocelové konstrukce, atd.

Upevnění konstrukce na dřevěnou desku.



SERBLOC TP

Kancelářský nábytek, kolejová vozidla, lodní konstrukce, atd.

## Příloha 2

### POVLAKY TVÁŘECÍCH ZÁVITNÍKŮ

#### TiN



#### Titan nitrid (zlatá barva)

Tvrdost přibližně 2300 HV, velmi dobré kluzné vlastnosti a dobrá přilnavost povlaku významně zvyšují trvanlivost. Tento jednovrstvý povlak má tepelnou odolnost přibližně do 600 °C.

#### TiN-Ti



#### Titan nitrid (zlatá barva)

Tvrdost přibližně 3000 HV, dosažená vícevrstvou strukturou povlaku.

#### TiCN



#### Titan carbonitrid (modrošedá barva)

Tvrdost přibližně 3000 HV. Tepelná odolnost přibližně do 400 °C.

#### GLT-7



#### Tvrdá vrstva povlaku s vrchní antiadhézní vrstvou (černošedá barva)

Tvrdost přibližně 3000 HV. Kombinace gradientního vícevrstvého povlaku spolu s horní antiadhézní vrstvou zajišťuje perfektní tečení materiálu při plastické deformaci a výbornou ořezavost. Tepelná odolnost přibližně do 400 °C.

#### GLT-8



#### DLC (diamond-like) amorfni uhlíkový povlak (černošedá barva)

Tvrdost přibližně 2500 HV. Tento jednovrstvý povlak je nejlepší volbou pro tváření neželezných kovů a slitin Al s nízkým obsahem křemíku (< 9%Si). Díky nízkému součiniteli tření je výrazně sníženo tření a nalepování částí materiálu na břity nástroje. Tepelná odolnost přibližně do 350 °C.



## Příloha 3

### SVAŘITELNOST KOROZIVZDORNÝCH OCELÍ

#### **Austenitické korozivzdorné oceli: Fe-Cr-Ni (Mo)-(N)**

➤ **Struktura obsahuje několik procent feritu (obvykle)**

- nenáchylné k trhlinám za tepla
- dobrá odolnost proti mezikrystalické korozi u nízkouhlíkových a stabilizovaných ocelí
- výborná pevnost a tvárnost
- křehnutí se může vyskytovat po dlouhém vystavení teple 550 až 900 °C v důsledku rozpadu feritu do formy sigma fáze

➤ **Plně austenitická struktura (výjimečně)**

- náchylné k trhlinám za tepla během tuhnutí
- dobrá odolnost proti mezikrystalické korozi u nízkouhlíkových a stabilizovaných ocelí
- výborná pevnost a tvárnost

#### **Feritické korozivzdorné oceli: Fe-Cr-(Mo-Ni-V)**

➤ **Poloferitické oceli: 0,04% C – 17% Cr**

- náchylné ke křehnutí růstem zrn při teplotě okolo 1150 °C
- špatná pevnost a tvárnost
- náchylné k mezikrystalické korozi
- tepelné zpracování po svařování při teplotě obnovuje mechanické vlastnosti a odolnost proti mezikrystalické korozi

➤ **Feritické oceli: 0,02% C – 17-30% Cr - (stabilizované Ti, Nb)**

- náchylné ke křehnutí růstem zrn při teplotě okolo 1150 °C
- uspokojivá tvárnost a lepší pevnost oproti poloferitickým ocelím
- obvykle nenáchylné k i mezikrystalické korozi

#### **Austeniticko-feritické duplexní korozivzdorné oceli: Fe-Cr-Ni (Mo)-N**

- náchylné k trhlinám za tepla
- výborná pevnost a dobrá tvárnost v rozsahu od -40 °C do 275 °C
- náchylné ke křehnutí při sigma fázi při vystavení teplotě mezi 500 a 900 °C

#### **Martenzitické korozivzdorné oceli: Fe-Cr-(Mo-Ni-V)**

- náchylné k trhlinám za studena v závislosti na obsahu uhlíku a vodíku a úrovni zbytkového pnutí, pod zhruba 400 °C (předehřev a tepelné zpracování po svařování jsou zpravidla doporučeny)
- vysoká tažná síla a tvrdost dobrá pevnost, především u ocelí s nízkým obsahem uhlíku

## PEMSERTER® SERIE 2000™



Plně automatický. MAX. SÍLA: 72,1 kN

## PEMSERTER® SERIE 4™



MAX. SÍLA: 53,3 kN

## PEMSERTER® MICRO MATE™



Ruční lis pro prostřihování otvorů  
a montáž lisovacích matic do M5.  
Vhodné pro řemeslníky a vývojové dílny.

## PEMSERTER® SERIE LT/4™



MAX. SÍLA: 26,7 kN

Příloha 5  
RUČNÍ NÝTOVACÍ KLEŠTĚ

## SER 250B

Rozsah: M3 - M5 (AI M6)  
Základní výbava: M3 - M6



## SER 133

Rozsah: M4 - M5 (AI M6)  
Základní výbava: M4 - M6



## SER 312

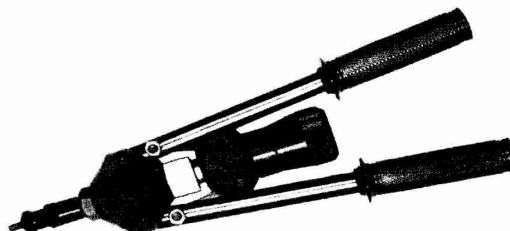
Ráčna umožňuje pohodlné  
nýtování matic s velkým průměrem  
Rozsah: M6 - M12  
Základní výbava: M6 - M12



## SER 88 a 99

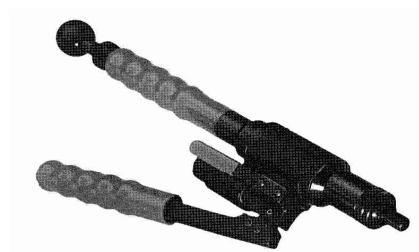
**SER 88**  
Rozsah: M4 - M8  
Základní výbava: M4 - M8

**SER 99**  
Rozsah: M5 - M10  
Základní výbava: M6 - M10



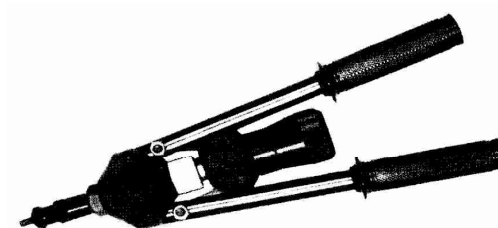
## SER 500

Ruční nýtovačka s dvojnásobným převodem  
umožňující rychlé natáčení a vytáčení matice.  
Rozsah: SERBLOC matice M6 až M14 (M16)  
Základní výbava: jeden adaptér dle výběru  
zákazníka.



## SER 360

Je vybavena planetovou převodovkou  
pro rychlé natáčení a vytáčení  
Rozsah: M5 - M10  
Základní výbava: M6 - M10



Příloha 6  
PNEUMATICKÉ NÝTOVACÍ ZAŘÍZENÍ

## SER3550



### Technická data

Hmotnost	2,2kg
Pracovní tlak	0,5 - 0,7 Mpa
Tažná síla při 0,6MPa	22,3 kN při 0,6 Mpa
Spotřeba vzduchu	4,6 l/zdvih
Zdvih	Max 5,5
Výška	250mm
Délka	270mm

### Natáčení a vytáčení - pneu motorem

#### Seřízení zdvihu

Rozsah:	M3 - M12
Základní výbava:	M4 - M10

## SER 860



### Technická data

Hmotnost	2,35kg
Pracovní tlak	0,5 - 0,7 Mpa
Tažná síla při 0,7MPa	24,5 kN při 0,7 Mpa
Spotřeba vzduchu	2,7 l/zdvih
Zdvih	9 mm
Výška	278mm
Délka	313mm

### Natáčení a vytáčení - pneu motorem

#### Seřízení tažné síly

Rozsah:	M4 - M8
Základní výbava:	M4 - M8

## SER 870



































Hmotnost	2,5kg
Pracovní tlak	0,5 - 0,7 Mpa
Tažná síla při 0,7MPa	29,8 kN při 0,7 Mpa
Spotřeba vzduchu	3,2 l/zdvih
Zdvih	9 mm
Výška	278mm
Délka	313mm

### Natáčení a vytáčení - pneu motorem

#### Seřízení tažné síly

Rozsah:	M5 - M10
Základní výbava:	M5 - M10

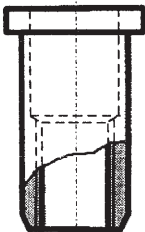
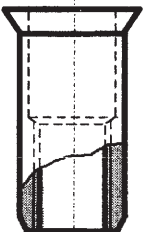
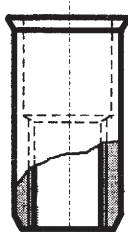
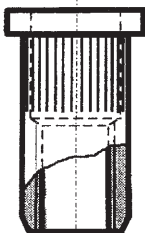
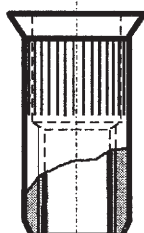
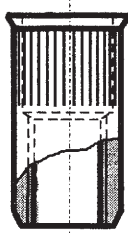
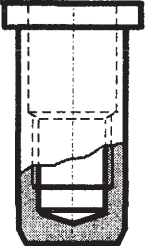
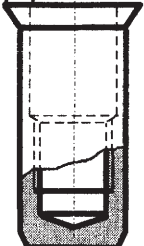
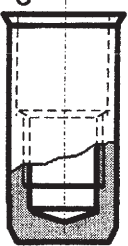
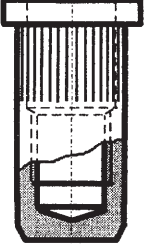
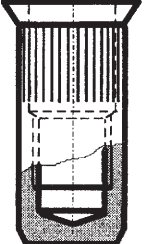
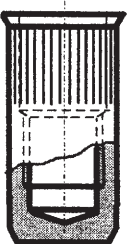
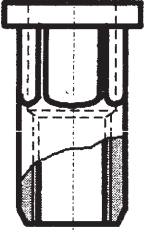
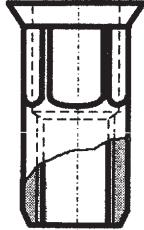
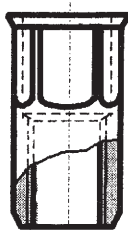
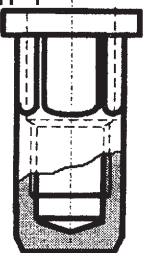
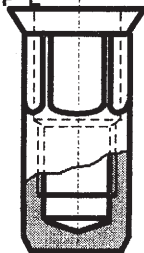
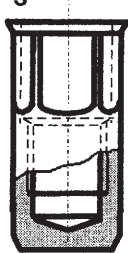
# Příloha 7 LISOVACÍ PRVKY

Lisovací matice	LISOVACÍ PRVKY				LAS, LAC	U, UL, FE, FEO, FEX, FEOX		KF2, KFS2	KPS6
									
	PL, PLC	LK, LKS, LKA	F	B, BS	CFN				
Lisovací závitové čepy, šrouby	FH, FHS, FHA	CHC, CHA, CFHC, CFHA	HFE	FHL, FHLS	KFH				
Distanční sloupky a čepy se závitem	SO, SOS, SOA, SON	BSO, BSOS, BSOA, BSON	CSS, CSOS	TSO, TSOS, TSOA	KFE, KFSE	KFB3			
Bodovací čep	SF					SOAG, SOSG	DSO, DSOS		
Distanční sloupky a čepy bez závitů	SO, SOS, SOA, SON	TPS	SSS	KSSB	SKC	SLPS			
Neztratitelné šrouby	PFK	PFC2, PFS2	PFC2P	PF30, PF31, PF32	PFHV	PF11, PF12	PTL2	PR10, PS10, N10, F10	
Pravoúhlé stavební prvky	RAA	RAS	Systém pro odvádění el. náboje		Přivařovací matice		WN, WNS	PFP	PFT
									
Závitové vložky do plastů	Lisované ultrazvukem		Zalité v plastu		Lisované				
	IUB, IUC	IUTB, IUTC	IBB, IBC	IBLC	NFPA, NFPC	PPB			
									
	ISB, ISC		ITB, ITC	STKB, STKC	PFLB	PKB			
									

## Příloha 8

## UNIVERZÁLNÍ ŘADA SOUSTRUŽENÝCH NÝTOVACÍCH MATIC

typ matice, požadovaný materiál, závit a požadovanou sv. tloušťku.

		plochá hlava		zapuštěná hlava 90°		malá hlava (není třeba zahlubovat předvrtanou díru)	
VÁLCOVÝ DŘÍK	OTEVŘENÁ	HLADKÁ	<div>TYP A</div> <div></div> <div>ocelové nerezové mosazné</div> <div>M3 sv.tl. 0,0 - 3,0 mm M4 sv.tl. 0,0 - 3,7 mm M5 sv.tl. 0,0 - 4,5 mm M6 sv.tl. 0,0 - 5,5 mm M8 sv.tl. 0,0 - 6,6 mm M10 sv.tl. 0,0 - 6,8 mm M12 sv.tl. 0,0 - 7,6 mm</div>	HLADKÁ	<div>TYP G</div> <div></div> <div>ocelové nerezové mosazné</div> <div>M3 sv.tl. 1,0 - 3,0 mm M4 sv.tl. 1,0 - 3,7 mm M5 sv.tl. 1,0 - 4,5 mm M6 sv.tl. 1,0 - 5,5 mm M8 sv.tl. 1,5 - 6,6 mm M10 sv.tl. 1,5 - 6,8 mm M12 sv.tl. 2,0 - 7,6 mm</div>	HLADKÁ	<div>TYP M</div> <div></div> <div>ocelové nerezové mosazné</div> <div>M3 sv.tl. 0,0 - 3,2 mm M4 sv.tl. 0,0 - 4,2 mm M5 sv.tl. 0,0 - 3,5 mm M6 sv.tl. 0,0 - 3,5 mm M8 sv.tl. 0,0 - 5,0 mm M10 sv.tl. 0,0 - 5,5 mm M12 sv.tl. 0,0 - 7,6 mm</div>
		RÝHOVANÁ	<div>TYP B</div> <div></div> <div>ocelové nerezové mosazné</div> <div>M3 sv.tl. 0,0 - 3,0 mm M4 sv.tl. 0,0 - 3,7 mm M5 sv.tl. 0,0 - 4,5 mm M6 sv.tl. 0,0 - 5,5 mm M8 sv.tl. 0,0 - 6,6 mm M10 sv.tl. 0,0 - 6,8 mm M12 sv.tl. 0,0 - 7,6 mm</div>	RÝHOVANÁ	<div>TYP H</div> <div></div> <div>ocelové nerezové mosazné</div> <div>M3 sv.tl. 1,0 - 3,0 mm M4 sv.tl. 1,0 - 3,7 mm M5 sv.tl. 1,0 - 4,5 mm M6 sv.tl. 1,0 - 5,5 mm M8 sv.tl. 1,5 - 6,6 mm M10 sv.tl. 1,5 - 6,8 mm M12 sv.tl. 2,0 - 7,6 mm</div>	RÝHOVANÁ	<div>TYP N</div> <div></div> <div>ocelové nerezové mosazné</div> <div>M3 sv.tl. 0,0 - 3,2 mm M4 sv.tl. 0,0 - 4,2 mm M5 sv.tl. 0,0 - 3,5 mm M6 sv.tl. 0,0 - 3,5 mm M8 sv.tl. 0,0 - 5,0 mm M10 sv.tl. 0,0 - 5,5 mm M12 sv.tl. 0,0 - 7,6 mm</div>
	UZAVŘENÁ	HLADKÁ	<div>TYP C</div> <div></div> <div>ocelové nerezové mosazné</div> <div>M3 sv.tl. 0,0 - 3,0 mm M4 sv.tl. 0,0 - 3,7 mm M5 sv.tl. 0,0 - 4,5 mm M6 sv.tl. 0,0 - 5,5 mm M8 sv.tl. 0,0 - 6,6 mm M10 sv.tl. 0,0 - 6,8 mm M12 sv.tl. 0,0 - 7,6 mm</div>	HLADKÁ	<div>TYP I</div> <div></div> <div>ocelové nerezové mosazné</div> <div>M3 sv.tl. 1,0 - 3,0 mm M4 sv.tl. 1,0 - 3,7 mm M5 sv.tl. 1,0 - 4,5 mm M6 sv.tl. 1,0 - 5,5 mm M8 sv.tl. 1,5 - 6,6 mm M10 sv.tl. 1,5 - 6,8 mm M12 sv.tl. 2,0 - 4,2 mm</div>	HLADKÁ	<div>TYP O</div> <div></div> <div>ocelové nerezové mosazné</div> <div>M3 sv.tl. 0,0 - 2,3 mm M4 sv.tl. 0,0 - 3,0 mm M5 sv.tl. 0,0 - 3,5 mm M6 sv.tl. 0,0 - 3,5 mm M8 sv.tl. 0,0 - 5,0 mm M10 sv.tl. 0,0 - 5,5 mm M12 sv.tl. 2,0 - 7,6 mm</div>
		RÝHOVANÁ	<div>TYP D</div> <div></div> <div>ocelové nerezové mosazné</div> <div>M3 sv.tl. 0,0 - 3,0 mm M4 sv.tl. 0,0 - 3,7 mm M5 sv.tl. 0,0 - 4,5 mm M6 sv.tl. 0,0 - 5,5 mm M8 sv.tl. 0,0 - 6,6 mm M10 sv.tl. 0,0 - 6,8 mm M12 sv.tl. 0,0 - 7,6 mm</div>	RÝHOVANÁ	<div>TYP J</div> <div></div> <div>ocelové nerezové mosazné</div> <div>M3 sv.tl. 1,0 - 3,0 mm M4 sv.tl. 1,0 - 3,7 mm M5 sv.tl. 1,0 - 4,5 mm M6 sv.tl. 1,0 - 5,5 mm M8 sv.tl. 1,5 - 6,6 mm M10 sv.tl. 1,5 - 6,8 mm M12 sv.tl. 2,0 - 4,2 mm</div>	RÝHOVANÁ	<div>TYP P</div> <div></div> <div>ocelové nerezové mosazné</div> <div>M3 sv.tl. 0,0 - 2,3 mm M4 sv.tl. 0,0 - 3,0 mm M5 sv.tl. 0,0 - 3,5 mm M6 sv.tl. 0,0 - 3,5 mm M8 sv.tl. 0,0 - 5,0 mm M10 sv.tl. 0,0 - 5,5 mm M12 sv.tl. 2,0 - 7,6 mm</div>
ŠESTIHRANNÝ DŘÍK	OTEVŘENÁ	<div>TYP E</div> <div></div> <div>M3 sv.tl. 0,0 - 3,0 mm M4 sv.tl. 0,0 - 3,7 mm M5 sv.tl. 0,0 - 4,5 mm M6 sv.tl. 0,0 - 5,5 mm M8 sv.tl. 0,0 - 6,6 mm M10 sv.tl. 0,0 - 6,8 mm M12 sv.tl. 0,0 - 7,6 mm</div>	<div>TYP K</div> <div></div> <div>M3 sv.tl. 1,0 - 3,0 mm M4 sv.tl. 1,0 - 3,7 mm M5 sv.tl. 1,0 - 4,5 mm M6 sv.tl. 1,0 - 5,5 mm M8 sv.tl. 1,5 - 6,6 mm M10 sv.tl. 1,5 - 6,8 mm M12 sv.tl. 2,0 - 7,6 mm</div>	<div>TYP R</div> <div></div> <div>M3 sv.tl. 0,0 - 3,2 mm M4 sv.tl. 0,0 - 4,2 mm M5 sv.tl. 0,0 - 3,5 mm M6 sv.tl. 0,0 - 3,5 mm M8 sv.tl. 0,0 - 5,0 mm M10 sv.tl. 0,0 - 5,5 mm M12 sv.tl. 2,0 - 7,6 mm</div>			
	UZAVŘENÁ	<div>TYP F</div> <div></div> <div>M3 sv.tl. 0,0 - 3,0 mm M4 sv.tl. 0,0 - 3,7 mm M5 sv.tl. 0,0 - 4,5 mm M6 sv.tl. 0,0 - 5,5 mm M8 sv.tl. 0,0 - 6,6 mm M10 sv.tl. 0,0 - 6,8 mm M12 sv.tl. 0,0 - 7,6 mm</div>	<div>TYP L</div> <div></div> <div>M3 sv.tl. 1,0 - 3,0 mm M4 sv.tl. 1,0 - 3,7 mm M5 sv.tl. 1,0 - 4,5 mm M6 sv.tl. 1,0 - 5,5 mm M8 sv.tl. 1,5 - 6,6 mm M10 sv.tl. 1,5 - 6,8 mm M12 sv.tl. 2,0 - 4,2 mm</div>	<div>TYP S</div> <div></div> <div>M3 sv.tl. 0,0 - 2,3 mm M4 sv.tl. 0,0 - 3,0 mm M5 sv.tl. 0,0 - 3,5 mm M6 sv.tl. 0,0 - 3,5 mm M8 sv.tl. 0,0 - 5,0 mm M10 sv.tl. 0,0 - 5,5 mm M12 sv.tl. 2,0 - 7,6 mm</div>			

### Pull-Out Strength [ kN ]

<b>Material: Mild Steel St37</b>								
Material Thickness 1.0 to 5.0 mm								
Material Thickness (mm)	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
1.0	6 k	10 k						
1.5		13 k	16 k					
2.0	9 k	15 k	17 k	27 k				
3.0			24 k	42 k	53 k	72 k	97 k	142 k
				37 l	52 l	67 l	88 l	
4.0				45 k	72 k	91 k	105k	162 k
				45 l	68 l	86 l	115l	
5.0						101 k	141 l	> 200 k
						106 l		

k = Short Flowdrill

l = Long Flowdrill

<b>Material: Stainless Steel X5CrNi1810</b>								
Material Thickness 1.5 to 3.0 mm								
(mm)	M6		M8		M10			
Ø	5.4	5.5	7.3	7.4	9.2	9.3		
1.5	24	20	24	23				
2.0	*	*	38	32	50	42		
3.0	*	*		44	70	64		

12.9mm diameter screw failed before the thread

<b>Material: Aluminum AlMgSi0,5</b>				
Material Thickness 1.5 to 3.0 mm				
(mm)	M6	M8	M10	
1.5	3.8	5.4		
2.0	5.6	9.2	11.0	
3.0	9.5	11.4	14.6	






Note: 1 kN = 101 Kg    14 kN = 1.430 Kg

### Torque (Nm)

<b>Material: Steel St37</b>							
(mm)	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
1.0	5	8					
1.5		11	17				
2.0	9	13	20	28			
3.0			27	50	66	136	197
4.0				67	98	163	
5.0						269	

Příloha 10  
TERMÁLNÍ HROTY FLOWDRILL



<b>Thread</b> 	<b>Flowdrill Diameter</b>	<b>Short</b> 	<b>Long</b> 	<b>Short/Flat</b> 	<b>Long/Flat</b> 	<b>Total Length of tool's working part</b>		<b>Shank-Diameter</b>
						Short	Long	
M = Metric MF = Metric Fine	[mm]	<b>Maximum Material Thickness</b>				[mm]	[mm]	[mm]
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]			
M 2	1,8	1,6	2,2	1,8	3,2	5,8	7,8	6
M 2,5	2,3	1,6	2,3	1,9	3,5	6,1	8,1	6
M 3	2,7	1,7	2,4	2,0	3,7	6,7	8,7	6
M 4	3,7	1,8	2,6	2,2	4,2	8,1	10,3	6
MF 4 x 0,5	3,8	1,8	2,6	2,2	4,2	8,2	10,5	6
M 5	4,5	1,9	2,7	2,4	4,6	9,2	11,8	6
MF 5 x 0,5	4,8	1,9	2,7	2,4	4,7	9,6	12,4	6
M 6	5,4	2,0	2,9	2,5	5,0	10,5	13,5	6
MF 6 x 0,75	5,6	2,0	2,9	2,5	5,0	11,0	14,5	6
MF 6 x 0,5	5,8	2,0	3,0	2,6	5,2	11,2	14,7	6
M 8	7,3	2,2	3,3	2,9	5,9	13,5	18,1	8
MF 8 x 1	7,5	2,3	3,4	2,9	6,0	14,0	18,7	8
MF 8 x 0,75	7,6	2,3	3,4	2,9	6,0	14,1	18,8	8
M 10	9,2	2,6	3,7	3,2	6,6	16,8	22,5	10
MF 10 x 1,25	9,3	2,6	3,7	3,3	6,7	17,0	22,8	10
MF 10 x 1	9,5	2,6	3,8	3,3	6,7	17,3	23,2	10
M 12	10,9	2,8	4,0	3,5	7,2	19,8	26,4	12
MF 12 x 1,5	11,2	2,8	4,1	3,6	7,3	20,3	27,1	12
MF 12 x 1	11,5	2,9	4,2	3,6	7,3	20,8	27,8	12
M 14	13,0	3,0	4,5	3,9	7,9	23,5	31,3	14
MF 14 x 1,5	13,2	3,1	4,6	4,0	8,0	23,8	31,6	14
M 16	14,8	3,3	4,8	4,2	8,5	26,9	35,4	16
MF 16 x 1,5	15,2	3,4	4,9	4,3	8,7	27,6	36,3	16
M 18	16,7	3,5	5,2	4,6	9,2	30,4	39,7	18
MF 18 x 1	17,5	3,7	5,6	4,8	9,5	31,9	41,5	18
M 20	18,7	3,8	5,7	5,0	9,9	34,1	44,3	18
MF 20 x 1,5	19,2	3,9	5,8	5,1	10,0	35,1	45,5	18
MF 20 x 1	19,5	3,9	5,8	5,2	10,0	35,6	46,2	18
G 1/16"	7,3	2,3	3,3	2,9	5,9	13,5	18,1	8
G 1/8"	9,2	2,6	3,7	3,2	6,6	16,8	22,5	10
G 1/4"	12,4	2,9	4,3	3,8	7,8	22,4	29,8	12
G 3/8"	15,9	3,4	5,0	4,5	8,9	28,9	37,9	16
G 1/2"	19,9	4,0	5,9	5,2	10,0	36,3	47,0	18
G 3/4"	1,8	4,8	7,0	6,2	10,4	46,4	59,6	20

Important Note:

The parameters in this table refer to mild steel and other soft materials. For stainless steel, we recommend a 1/10mm (0.1) larger diameter when using an M6 or larger thread. Example: Use 5.5 mm instead of 5.4mm for an M6 thread or 7.4mm instead of 7.3mm for an M8 thread, etc.

Please use our check list to select the right Flowdrill tool or, if you have doubts, ask for our help.